ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1942.

PRÉSIDENCE DE M. ERNEST ESCLANGON.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire d'État a l'Éducation Nationale et a la Jeunesse** adresse ampliation des arrêtés, en date du 11 novembre 1942, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Emmanuel de Martonne** pour occuper dans la Section de Géographie et Navigation la place vacante par le décès de M. *E. Fichot*, et de M. **Louis Fage** pour occuper dans la Section d'Anatomie et Zoologie la place vacante par le décès de M. *P. Marchal.*

Il est donné lecture de ces arrêtés.

Sur l'invitation de M. le **Président**, MM. **Emmanuel de Martonne** et **Louis Fage** prennent place parmi leurs Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau un fascicule des *Mélanges bryologiques et lichénologiques* contenant un Mémoire posthume de M. **Louis Trabut**, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, intitulé *Flore des Hépatiques de l'Afrique du Nord*, publié par M. Pierre Allorge, à l'aide d'une subvention de l'Académie (*Fonds Loutreuil*).

M. **Henri Colin** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier sous le titre *Les Glucides du Topinambour*.

COMMISSIONS.

Par l'unanimité de 43 suffrages, MM. **A. Caquot**, **P. Montel**, pour la Division des Sciences mathématiques; MM. **Ch. Mauguin**, **P. Lebeau**, pour la Division des Sciences physiques; MM. **G. Charpy**, **L. Guillet**, pour la Section des Applications de la science à l'industrie, sont élus Membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, présentera une liste de candidats à la place vacante dans cette Section par le décès de M. *M. Laubeuf*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Exposés annuels de Biochimie médicale, publiés sous la direction de Michel Polonovski. Troisième série par MM. Henri Bénard, André Boivin, Paul Boulanger, Sotirios B. Briskas, Ch.-O. Guillaumin, Max-Fernand Jayle, Michel Machebœuf, Michel Polonovski, Jean Roche, Charles Sannié et Daniel Santenoise (présenté par M. M. Javillier).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les suites de fonctions plurisousharmoniques.* Note [1] de M. **Pierre Lelong**, présentée par M. Paul Montel.

I. Nous avons appelé [2] *plurisousharmonique* dans un domaine D de l'espace C^n des n variables complexes $z_1, \ldots, z_n$ ($z_k = x_k + iy_k$), une fonction V(M) qui, en chaque point M de D, prend une valeur finie ou égale à $-\infty$, finie en un point au moins de D, et qui, de plus, satisfait dans D à l'une des conditions suivantes :

A. Sur les plans analytiques à une dimension complexe, V(M) est une fonction sousharmonique ou est identique à $-\infty$.

B. V(M) est semi-continue supérieurement et sa moyenne A(V, M, γ) prise sur un polycercle γ de centre M(z_k^0) défini par n inégalités

$$\left|\sum_j \mathfrak{A}_{kj}(z_j - z_j^0)\right| \leqq r_k \qquad (r_k > 0)$$

(déterminant des $\mathfrak{A}_{kj}$ non nul), donne lieu à l'inégalité

$$\text{(1)} \qquad V(M) \leqq A(V, M, \gamma)$$

pour tout polycercle γ contenu dans D, de rayons r_k positifs.

L'ensemble des fonctions plurisousharmoniques bornées supérieurement n'est pas fermé, comme le montre l'étude des suites convergentes ; par contre l'ensemble plus général des fonctions U(M) satisfaisant à (1), sommables sur tout ensemble mesurable de D sans être nécessairement semi-continues, contient ses fonctions limites de suites bornées. Nous appellerons *presque plurisousharmoniques* ces fonctions U(M); pour $n = 1$, elles se réduisent aux fonctions introduites par Szpilrajn. Les fonctions presque plurisousharmoniques jouissent de la propriété suivante : il existe une fonction plurisousharmonique V(M) telle que l'on ait $U(M) \leqq V(M)$ dans D, l'ensemble

---

[1] Séance du 3 novembre 1942.

[2] *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 398.

$U(M) < V(M)$ étant de mesure $2n$ dimensionnelle nulle; $V(M)$ est encore la régularisée supérieure de $U(M)$.

L'étude des suites des fonctions plurisousharmoniques se fait alors très simplement :

1° La limite d'une suite non croissante de fonctions plurisousharmoniques bornées inférieurement en un point de D est une fonction plurisousharmonique. Il en est de même d'une suite qui converge uniformément vers sa limite.

2° La limite d'une suite non décroissante de fonctions plurisousharmoniques bornées supérieurement est presque plurisousharmonique. La limite d'une suite convergente bornée supérieurement est presque plurisousharmonique ou est la constante $-\infty$.

3° Si V_n est une suite de fonctions plurisousharmoniques, $V = \max V_n$ est plurisousharmonique si la suite ne comporte qu'un nombre fini de fonctions; dans le cas contraire V est presque plurisousharmonique, si la suite est bornée supérieurement; il en est de même de la fonction $U = \limsup_{n=\infty} V_n$.

4° Si $f(t, M)$ borné supérieurement est pour t fixé une fonction plurisousharmonique de M ou la constante $-\infty$, et est pour M fixé une fonction semi-continue supérieurement de t, l'intégrale définie par rapport à t est presque plurisousharmonique ou vaut $-\infty$. En particulier la moyenne $A(V, M, \gamma)$ est une fonction plurisousharmonique continue, ayant des dérivées premières bornées dans un domaine intérieur à D.

II. Si $F(z_1, \ldots, z_n)$ est une fonction holomorphe dans D, $\log|F(z_1, \ldots, z_n)|$ est plurisousharmonique; il en est de même de $\log M(z_1, \ldots, z_p; r_{p+1}, \ldots, r_n)$, logarithme du maximum de $|F|$ pour $z_1, \ldots, z_p$ fixés, et $z_k = r_k e^{i\theta_k}$, $(p+1 \leqq k \leqq n$, $0 \leqq \theta_k < 2\pi)$, de même encore de la moyenne de $\log|F|$ sur cette variété supposée contenue dans D. Un exemple de fonction presque plurisousharmonique est fourni par la fonction $U(M) = \limsup_{p=\infty} (1/p) \log|F_p(M)|$, qui intervient dans l'étude des séries de Hartogs, $F_p(M)$ étant une suite de fonctions holomorphes dans D.

III. Pour qu'une fonction pourvue de dérivées secondes soit plurisousharmonique, il faut et il suffit, d'après A, que la forme réelle

$$\Phi = \sum_{p,q} s_{pq} t_p \bar{t}_q,$$

où l'on a

$$s_{pq} = \frac{\partial^2 V}{\partial z_p \, \partial \bar{z}_q}, \qquad \bar{z}_p = x_p - i y_p, \qquad \bar{s}_{pq} = s_{qp},$$

soit définie positive, donc que soient vérifiées les $[n(n+1)]/2$ inégalités

$$(C) \qquad s_{pp} \geqq 0, \qquad s_{pp} s_{qq} - |s_{pq}|^2 \geqq 0.$$

La moyenne itérée une fois $A_2(V, M, \gamma)$ d'une fonction plurisousharmonique possède des dérivées secondes. On obtient ainsi une nouvelle définition :

L'ensemble des fonctions plurisousharmoniques se compose des fonctions V *possédant des dérivées premières et secondes satisfaisant au système* (C), *et des limites de suites non croissantes de telles fonctions.*

Voici deux conséquences importantes : La trace d'une fonction plurisousharmonique sur une variété analytique à une dimension complexe est une fonction sousharmonique. *Le caractère plurisousharmonique d'une fonction est invariant par une transformation pseudo-conforme.*

Conservons le nom de *pluriharmonique* à une fonction V(M) partie réelle d'une fonction holomorphe : pour que V(M) soit pluriharmonique, il faut et il suffit que V(M) et — V(M) soient simultanément plurisousharmoniques. Le système (C), où l'on prendra les signes d'égalité, en donne les conditions nécessaires et suffisantes $s_{pp}=0$, $s_{pq}=0$, soient n^2 équations en termes réels. On retrouve ainsi les conditions de plurisousharmonicité données par H. Poincaré.

CINÉMATIQUE NEWTONIENNE. — *Composition des dérivées pour un tenseur euclidien d'un champ relatif.* Note de M. **Charles Platrier**, présentée par M. Albert Caquot.

La présente Note a pour objet une extension, à un tenseur euclidien d'ordr quelconque, des formules de composition des vitesses et des accélérations pour un vecteur euclidien. Elle concerne une géométrie à trois dimensions, quand les axes relatifs de coordonnées sont animés, par rapport aux axes absolus, d'une rotation de projections (p, q, r) sur les axes relatifs.

J'utilise, pour écrire les formules en question, la matrice antisymétrique du second ordre

$$\overline{\overline{\Omega}}=\left\|\begin{matrix} 0 & -r & q \\ r & 0 & -q \\ -q & p & 0 \end{matrix}\right\|$$

qui, avec les notations habituelles des produits dits *scalaires* ou *intérieurs*, permet, pour un vecteur $(\overline{V})$, de traduire respectivement les formules de composition des vitesses et de Coriolis par les égalités

$$\left(\frac{d\overline{V}}{dt}\right)_a=\left(\frac{d\overline{V}}{dt}\right)_r+(\overline{\overline{\Omega}}.\overline{V}),$$

$$\left(\frac{d^2\overline{V}}{dt^2}\right)_a=\left(\frac{d^2\overline{V}}{dt^2}\right)_r+\left[\frac{d\overline{\overline{\Omega}}}{dt}.\overline{V}+\overline{\overline{\Omega}.\overline{\overline{\Omega}}.\overline{V}}\right]+2\left[\overline{\overline{\Omega}}.\left(\frac{d\overline{V}}{dt}\right)_r\right].$$

Convenons, si (T) représente un tenseur d'ordre (n), de désigner par $[\overline{T}^{(i)}]$, avec (i) variant de (1) à (n), les (n) matrices du premier ordre ayant pour coordonnées respectives les trois termes obtenus à partir des coordonnées du tenseur (T) où on laisse les indices de coordonnées fixes sauf l'indice (i);

les trois valeurs (1, 2, 3) de ce dernier indice donnent les trois coordonnées de $[\overline{T}^{(i)}]$.

Avec cette notation les deux propositions suivantes généralisent les formules précédentes relatives au vecteur :

Première proposition. — *Composition des dérivées premières pour un tenseur.* — La dérivée première absolue $(d\mathrm{T}/dt)_a$ d'un tenseur (T) d'ordre (n) est égale à sa dérivée première relative $(d\mathrm{T}/dt)_r$, plus sa dérivée première d'entraînement, dont l'expression est $\left[\sum_{(i)} \overline{\overline{\Omega}}.\overline{T}^{(i)}\right]$, ($i$) variant de (1) à ($n$).

Deuxième proposition. — *Composition des dérivées secondes ou généralisation du théorème de Coriolis pour les tenseurs.* — La dérivée seconde absolue $(d^2\mathrm{T}/dt^2)_a$ d'un tenseur (T) d'ordre (n) est égale à sa dérivée seconde relative $(d^2\mathrm{T}/dt^2)_r$, plus sa dérivée seconde d'entraînement, plus sa dérivée seconde complémentaire. La dérivée seconde d'entraînement a pour expression

$$\sum_{(i)} \frac{d\overline{\overline{\Omega}}}{dt}.\overline{T}^{(i)} + \sum_{(i)(j)} \overline{\overline{\Omega}}.[\overline{\overline{\Omega}}.\overline{T}^{(i)}]^{(j)} \qquad [(i) \text{ et } (j) \text{ variant de } (1) \text{ à } (n)].$$

La dérivée seconde complémentaire, ou terme de Coriolis, a pour expression

$$2\sum_{(i)} \overline{\overline{\Omega}}.\left|\frac{d\overline{T}^{(i)}}{dt}\right|_r \qquad [(i) \text{ variant de } (1) \text{ à } (n)].$$

Corollaire. — *Cas particulier d'un tenseur du second ordre de matrice notée* $\overline{\overline{T}}$. — Dans ce cas particulier, la formule de composition des vitesses s'écrit

$$\left(\frac{d\overline{\overline{T}}}{dt}\right)_a = \left(\frac{d\overline{\overline{T}}}{dt}\right)_r + [\overline{\overline{\Omega.T}} - \overline{\overline{T.\Omega}}]$$

et la formule de Coriolis

$$\left(\frac{d^2\mathrm{T}}{dt^2}\right)_a = \left(\frac{d^2\mathrm{T}}{dt^2}\right)_r + \left[\frac{d\overline{\overline{\Omega}}}{dt}.\overline{\overline{T}} - \overline{\overline{T}}.\frac{d\overline{\overline{\Omega}}}{dt} + \overline{\overline{\Omega.\Omega.T}} - 2\overline{\overline{\Omega.T.\Omega}} + \overline{\overline{T.\Omega.\Omega}}\right]$$
$$+ 2\left[\overline{\overline{\Omega}}.\left(\frac{d\overline{\overline{T}}}{dt}\right)_r - \left(\frac{d\overline{\overline{T}}}{dt}\right)_r \overline{\overline{\Omega}}\right],$$

le symbole $(\overline{\overline{T}}.\overline{\overline{\Theta}})$ désignant la multiplication, dite *scalaire* ou *intérieure*, de la matrice $\overline{\overline{T}}$ par la matrice $\overline{\overline{\Theta}}$.

Ces deux dernières formules trouvent leur application en mécanique des milieux continus déformables.

GÉODÉSIE. — *Mesures de l'intensité de la pesanteur en France pendant l'année* 1941 (2e série). Note de M. **Raoul Goudey**, présentée par M. Georges Perrier.

Le tableau suivant donne les valeurs de l'intensité de la pesanteur en un certain nombre de stations entourant le dôme de la Grésigne, situé à l'Est de Montauban et au Nord-Ouest d'Albi.

Les indications données dans une Note précédente sont valables pour celle-ci.

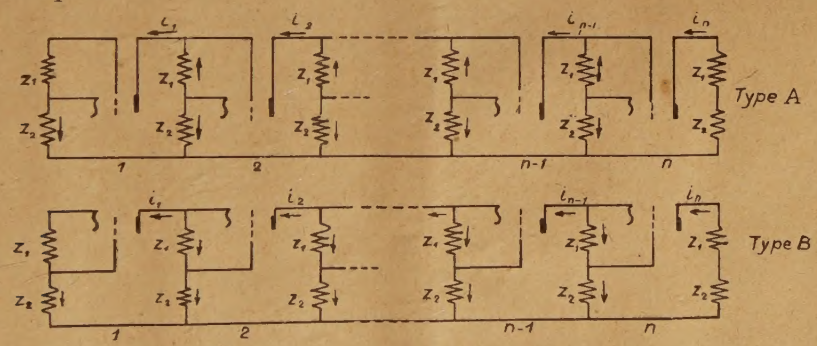
Mesures de l'intensité de la pesanteur faites avec les pendules Holweck-Lejay nos 518 et 651.

Date. 1941.	Station.	Longitude.	Latitude.	Altitude.	g observé.	g_0.	g''_0.	γ'_0.	$g_0-\gamma'_0$.	$g''_0-\gamma'_0$.	g_1-g_2.
		° ′	° ′	m	gals	gals	gals	gals	mgals	mgals	mgals
29 sept.	*Toulouse*	1 27,8 E	43 36,7	196	980,437	980,497	980,475	980,504	— 7	—29	0
30 »	Rabastens	1 43,4	49,5	127	480	519	505	523	— 4	—18	+ 1
30 »	L'Isle-sur-Tarn	1 48,7	51,1	126	486	525	511	526	— 1	—15	— 2
30 »	*Gaillac*	1 53,0	53,8	141	490	534	518	530	+ 4	—12	— 2
1 oct.	Le Mas de Boyer	1 52,7	56,6	188	484	542	521	534	+ 8	—13	— 3
1 oct.	*Castelnau-Montmiral*	1 49,1 E	43 58,0	290	980,461	980,551	980,518	980,536	+15	—18	— 1
1 »	Le Verdier	1 50,4	49,2	199	488	549	527	538	+11	—11	+ 1
1 »	Saint-Beauzile	1 49,7	44 1,1	275	475	560	529	541	+19	—12	— 2
2 »	*Vaour*	1 48,1	4,1	**426**	454	585	537	545	+40	— 8	— 4
3 »	*Saint-Michel-de-Vax*	1 47,8	6,3	**286**	484	572	540	549	+23	— 9	— 5
3 oct.	Saint-Antonin	1 45,3 E	44 9,0	130	980,520	980,560	980,545	980,553	+ 7	— 8	— 2
4 »	Septfonds	1 37,0	10,7	174	519	573	553	555	+18	— 2	0
4 »	*Caussade*	1 32,2	9,8	115	519	554	541	554	0	—13	— 2
4 »	Saint-Cirq	1 36,2	8,8	174	511	565	545	552	+13	— 7	0
5 »	Réalville	1 28,6	6,8	112	511	546	533	549	— 3	—16	— 2
6 oct.	Bioule	1 32,4 E	44 5,3	94	980,513	980,542	980,531	980,547	— 5	—16	— 2
6 »	St-Étienne-de-Tulmont	1 27,7	3,0	109	498	532	520	544	—12	—24	+ 1
7 »	Montauban	1 20,7	0,8	85	500	526	517	540	—14	—23	— 1
7 »	Fonneuve	1 23,9	3,7	97	501	531	520	545	—14	—25	— 4
7 »	Albias	1 27,0	5,5	90	513	541	531	547	— 6	—16	0
10 oct.	Léojac	1 25,9 E	44 0,8	121	980,493	980,530	980,517	980,540	—10	—23	— 1
11 »	Puycelci	1 42,5	43 59,6	**296**	472	563	530	539	+24	— 9	+ 3
11 »	Larroque	1 41,2	44 0,3	**152**	504	551	534	540	+11	— 6	+ 1
13 »	Revel	1 35,2	3,0	**151**	505	552	535	544	+ 8	— 9	— 1
13 »	Bruniquel	1 39,9	3,5	154	508	556	539	544	+12	— 5	0
13 oct.	Saint-Paul-de-Mamiac	1 43,3 E	44 3,7	**360**	980,465	980,576	980,536	980,545	+31	— 9	+ 1
14 »	*Vaour*	–	–	–	454	585	537	545	+40	— 8	— 1
14 »	*Saint-Michel-de-Vax*	–	–	–	485	573	541	549	+24	— 8	0
14 »	La Grande-Baraque	1 45,9	1,2	273	477	561	531	541	+20	—10	+ 1
14 »	Sainte-Cécile-du-Cayrou	1 47,7	0,4	308	468	563	529	540	+23	—11	0
15 oct.	*Castelnau-Montmiral*	–	–	–	980,464	980,554	980,521	980,536	+18	—15	+ 2
15 »	*Gaillac*	–	–	–	493	537	521	530	+ 7	— 9	+ 2
15 »	Marssac	2 1,7 E	43 54,9	151	500	547	530	531	+16	— 1	+ 4
15 »	*Albi*	2 8,5	55,6	175	498	552	532	533	+19	— 1	+ 4
16 »	Castelnau-de-Lévis	2 5,0	56,5	190	499	558	537	534	+24	+ 3	+ 3
16 oct.	Bernac	2 1,4 E	43 57,4	185	980,495	980,552	980,531	980,535	+17	— 4	— 2
16 »	Cestayrols	1 59,1	58,8	248	479	556	528	537	+19	— 9	+ 2
17 »	Cahuzac-sur-Vère	1 54,5	59,0	211	481	546	522	538	+ 8	—16	— 2
17 »	Senouillac	1 57,0	56,5	219	476	544	519	534	+10	—15	+ 1
17 »	Vieux	1 52,4	59,6	190	489	549	528	539	+10	—11	0

Date. 1941.	Station.	Longitude.	Latitude.	Altitude.	g observé.	g_0.	g''_0.	γ'_0.	$g_0-\gamma'_0$.	$g''_0-\gamma'_0$.	g_1-g_2.
		° '	° '	m	gals	gals	gals	gals	mgals	mgals	mgals
18 oct.	Donnazac	1 56,7 E	44 0,8	299	980,466	980,558	980,525	980,540	+18	—15	— 1
18 »	Noailles	1 59,0	0,5	246	482	558	530	540	+18	—10	+ 3
18 »	Cordes	1 57,0	3,6	286	472	560	528	545	+15	—17	+ 1
19 »	*Laguépie*	1 58,8	8,8	158	507	556	538	552	+ 4	—14	— 1
20 »	Varen	1 53,6	9,5	150	510	556	539	553	+ 3	—14	+ 3
20 oct.	Milhars	1 52,9 E	44 7,6	147	980,511	980,556	980,540	980,551	+ 5	—11	+ 2
20 »	Mouzieys	1 55,9	5,6	310	473	569	534	548	+21	—14	+ 1
21 »	*Tonnac*	1 52,0	3,8	350	466	574	535	545	+29	—10	— 1
21 »	Alos	1 52,4	1,4	240	485	559	532	541	+18	— 9	+ 1
23 »	*Gaillac*	–	–	–	491	535	519	530	+ 5	—11	0
24 oct.	Salvagnac	1 41,2 E	43 54,4	238	980,471	980,545	980,518	980,531	+14	—13	0
24 »	Saint-Angel	1 39,3	54,8	167	489	541	522	531	+10	— 9	— 6
25 »	Saint-Jean-de-Cénespe	1 38,6	56,2	219	476	544	519	533	+11	—14	— 2
25 »	Monclar-de-Quercy	1 37,0	58,0	197	483	544	522	536	+ 8	—14	— 5
25 »	La Sauzière	1 38,7	58,1	181	491	547	527	536	+11	— 9	0
27 oct.	Saint-Martin-Cesquière	1 41,6 E	43 55,4	216	980,480	980,545	980,521	980,532	+13	—11	0
27 »	Saint-Martin-Lespinas	1 46,8	58,2	167	492	544	525	536	+ 8	—11	— 2
27 »	Lacapelle	1 44,2	57,5	197	490	551	529	535	+16	— 6	— 5
28 »	Beauvais	1 34,2	54,5	142	485	529	513	531	— 2	—18	— 3
28 »	Villemur	1 30,3	52,0	99	485	516	505	527	—11	—22	— 1
29 »	*Toulouse*	–	–	–	980,436	–	–	–	–	–	+ 3

ÉLECTRICITÉ. — *Application de la fonction* U_n *de Lucas au calcul des fréquences propres d'ensembles de circuits couplés comportant des relais électroniques.* Note de MM. **Maurice Parodi** et **François Raymond**, présentée par M. Aimé Cotton.

Considéronsles deux montages A et B figurés ci-dessous, comportant n lampes identiques, supposées utilisées dans la partie rectiligne de leurs caractéristiques.



Désignons respectivement par ρ et k la résistance intérieure et le coefficient d'amplification de chaque lampe; en supposant négligeable le courant de grille, les équations électriques de chaque système s'écrivent, pour le montage A :

$$\begin{cases} -i_1(Z_1+2Z_2+\rho)+Z_2 i_2=0, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ (Z_2-kZ_1)i_{l-1}-(Z_1+2Z_2+\rho)i_l+Z_2 i_{l+1}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ (Z_2-kZ_1)i_{n-1}-(Z_1+2Z_2+\rho)i_n=0; \end{cases}$$

pour le montage B :

$$\begin{cases} -[kZ_1+2(Z_1+Z_2)+\rho]i_1+(Z_1+Z_2)i_2=0, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ (kZ_1+Z_1+Z_2)i_{l-1}-[kZ_1+2(Z_1+Z_2)+\rho]i_l+(Z_1+Z_2)i_{l+1}=0, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ (kZ_1+Z_1+Z_2)i_{n-1}-[kZ_1+2(Z_1+Z_2)+\rho]i_n=0. \end{cases}$$

Posons pour le premier système d'équations

$$x=-\frac{Z_1+2Z_2+\rho}{Z_2}, \qquad z=\frac{Z_2-kZ_1}{Z_2},$$

et pour le second

$$x=-\frac{kZ_1+2(Z_1+Z_2)+\rho}{Z_1+Z_2}, \qquad z=\frac{kZ_1+Z_1+Z_2}{Z_1+Z_2}.$$

Les deux systèmes précédents se ramènent alors à un même système de n équations linéaires et homogènes, dont la condition de compatibilité s'écrit

$$U_{n+1}=\begin{vmatrix} x & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ z & x & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z & x & \dots & 0 & 0 & 0 \\ . & . & . & \dots & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & \dots & z & x & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & z & x \end{vmatrix}=0,$$

le déterminant étant d'ordre n.

Il est facile de vérifier que U_{n+1} est la fonction fondamentale de E. Lucas [1] et qu'en posant

$$x=2\sqrt{z}\cos\varphi,$$

on a

$$U_{n+1}(x, z)=z^{\frac{n}{2}}\frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi}.$$

Laissant de côté la condition $z=0$, il est clair que les solutions de l'équation considérée sont données par la relation

$$\sin(n+1)\varphi=0.$$

Les racines de $U_{n+1}=0$ ont donc la forme générale

$$x_m=2\sqrt{z_m}\cos\frac{m\pi}{n+1} \qquad (m=1, 2, \dots, n).$$

Comme x et z sont fonction de la pulsation ω_m du courant par l'intermédiaire de Z_1 et Z_2, la détermination des fréquences propres est immédiate.

---

(1) *Théorie des Nombres*, Paris, 1891, p. 308.

MAGNÉTISME. — *Sur les propriétés magnétiques du fer inclus dans les charbons actifs.* Note de M. **Clément Courty**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons déjà signalé (¹) que le fer contenu dans les matières organiques pouvait être décelé et dosé par une méthode magnétique, dans les résidus de calcination de ces matières.

Nous avons montré également, qu'au fur et à mesure de cette calcination, le fer, magnétiquement dissimulé dans la matière organique, manifestait peu à peu sa présence par la croissance du coefficient d'aimantation de l'ensemble, qui atteignait à la fin la valeur constante de $10^6\chi = +69000$, lorsque tout le carbone avait disparu. On était alors en présence d'un oxyde ferrique rhomboédrique.

Les charbons actifs provenant de la carbonisation de coques de noix de coco, suivie d'une activation en milieu oxydant, devraient, d'après ce qui précède, laisser entrevoir la présence du fer dans leur masse, puisqu'ils se trouvent dans l'état intermédiaire entre une substance organique et son résidu de calcination.

Nous avons entrepris une étude magnétique de ces charbons, qui nous a déjà donné quelques résultats publiés ici-même (²).

Si l'on passe en revue les corps qui accompagnent le carbone dans le charbon, et si l'on évalue l'influence qu'ils peuvent avoir sur la valeur du coefficient d'aimantation de ce dernier, par leur proportion et leurs propriétés magnétiques, on voit aussitôt que, seul, le fer est capable de le faire varier dans de larges limites (de $-0,500$ à $+69000$). Le carbone en effet est diamagnétique, avec un coefficient d'aimantation $10^6\chi = -0,500$.

Si le fer est à l'état d'oxyde ferrique dans le charbon activé en milieu oxydant, et si cet oxyde a le coefficient d'aimantation $10^6\chi = +69000$, une proportion de 7 millionièmes d'oxyde ferrique dans le charbon doit suffire pour le rendre magnétiquement neutre, toute teneur supérieure lui conférant des propriétés paramagnétiques.

Mais, nous l'avons vu, cette valeur énorme du coefficient d'aimantation n'est atteinte que lorsque le carbone a pratiquement disparu. Ce n'est pas le cas ici. Il faut donc s'attendre à une valeur plus faible pour le coefficient d'aimantation de l'oxyde ferrique et, par suite, le paramagnétisme de l'ensemble ne doit apparaître que pour des teneurs en oxyde nettement supérieures à 7 millionièmes.

C'est bien ce que l'expérience nous a montré en faisant apparaître toutefois un autre phénomène, le rôle joué par l'air.

Dès que nous avons entrepris expérimentalement cette étude, nous avons dû

(¹) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 911.
(²) *Ibid.*, 214, 1942, p. 823; *ibid.*, 215, 1942, p. 18.

surmonter une difficulté que nous avions d'ailleurs prévue. Souvent, en prenant quelques décigrammes de charbon actif en grains, et en les soumettant au champ de la balance magnétique de Curie et Chéneveau, le tube contenant le charbon était attiré avec une telle violence par l'aimant que toute mesure devenait impossible. Il y avait donc des grains de charbon trop magnétiques, dont il convenait de se débarrasser. Nous avons alors trié les grains en les soumettant à l'action d'un fort aimant, et nous avons mis de côté les grains trop magnétiques, que nous étudierons plus tard. Le reste a été soumis aux mesures magnétiques et au dosage chimique du fer par la méthode au cupferron. Cinq échantillons ont été examinés. Les trois premiers étaient constitués par du charbon en grains, le quatrième par un charbon de même origine, mais pulvérisé, et le cinquième enfin, était du charbon de noix de coco, que nous avons préparé nous-même sans l'activer. Ils ont donné les résultats du tableau suivant : $10^6\chi_C$ est le coefficient d'aimantation du charbon noyé dans l'eau, c'est-à-dire débarrassé de l'air que l'eau est capable de déplacer; $10^6\chi_F$ est le coefficient d'aimantation de l'oxyde ferrique accompagnant le charbon, calculé d'après les résultats de la deuxième colonne et la proportion d'oxyde ferrique O^3Fe^2 % figurant dans la troisième.

Échantillon de charbon.	$10^6\chi_C$.	O^3Fe^2 %.	$10^6\chi_F$.
1. Granulé activé	+1,508	0,0105	+19123
2. » activé	+1,834	0,0114	+20473
3. » activé	+1,742	0,0152	+14743
4. Pulvérisé activé	+5,087	0,0132	+42325
5. Granulé non activé	−0,157	0,0021	+15380

A l'examen de ce tableau, on voit d'abord que la teneur en fer est partout du même ordre de grandeur, sauf dans le cas du charbon non activé qui contient encore dans ses pores des goudrons provenant du bois initial, et ne s'éliminant qu'en cours d'activation.

En second lieu, le charbon pulvérisé, bien qu'ayant une teneur en fer légèrement inférieure à celle du charbon granulé n° 3, est cependant plus paramagnétique que lui. Ceci provient sans aucun doute de l'accroissement de la surface libre du charbon résultant de la pulvérisation, accroissement qui augmente du même coup la quantité d'air retenue par le charbon, même après immersion dans l'eau. Donc le coefficient d'aimantation de l'oxyde ferrique trouvé pour ce charbon est certainement fonction des dimensions de ses particules, et de l'air qui l'enrobe. Rien ne laissait supposer jusqu'ici une semblable influence de l'air.

Enfin on voit que notre prévision se réalise : le coefficient d'aimantation de l'oxyde ferrique existant dans le charbon actif est grand, mais inférieur à +69000. Son ordre de grandeur, calculé pour le charbon non activé contenant le minimum d'air adsorbé, est $10^6\chi = +15000$.

Il nous paraît intéressant de signaler dès à présent toute la généralité de l'évolution du magnétisme du fer contenu dans une matière organique en cours de calcination; cette évolution, observée jusqu'ici en milieu réducteur, persiste en effet lorsque le charbon est soumis à une activation en milieu oxydant.

OPTIQUE. — *Utilisation de formules approchées pour l'étude photométrique des anneaux à l'infini des lames semi-argentées.* Note de M. **Jean Roig**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. Un étalon de Fabry et Perot, à lames parfaitement planes et parallèles, éclairé par une radiation rigoureusement monochromatique, donne des anneaux à l'infini dont l'intensité lumineuse J en chaque point est déterminée par la relation (1), si l'ordre d'interférence est égal à un nombre entier n augmenté de la fraction $\gamma/2\pi$ $(-\pi<\gamma<\pi)$,

$$(1) \qquad J=\frac{1}{1+4a\sin^2\gamma/2}, \qquad a=\frac{f}{(1-f)^2} \qquad (f, \text{ pouvoir réflecteur}).$$

P.-Michel Duffieux [1] a développé une méthode générale de calcul basée sur la représentation de J par une série harmonique et l'utilisation d'un analyseur harmonique. On peut essayer d'autre part de remplacer la formule (1) par des expressions approchées. Bürger et Van Cittert [2], ont posé

$$(3) \qquad J=\frac{1}{1+a\gamma^2}.$$

L'approximation n'est légitime que pour de faibles valeurs de γ; la formule (3) n'est utilisable que pour des pouvoirs réflecteurs élevés, car J est alors une fonction rapidement décroissante de γ.

Or on peut obtenir, quel que soit γ, une approximation satisfaisante en utilisant l'expression (3) et superposant les ordres d'interférence successifs. Si n est un entier positif, négatif ou nul, posons

$$(4) \qquad J^*=\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}\frac{1}{1+a(\gamma-2n\pi)^2}.$$

L'intensité lumineuse dans les anneaux pour une raie monochromatique peut dès lors être entièrement décrite par la formule (1) relative à l'ensemble des anneaux ou par la formule (3) relative à un anneau isolé; il faudra de plus, dans ce dernier cas, tenir compte de l'empiètement des ordres successifs. Posons

$$\varepsilon^2=\frac{1}{4a}, \qquad X=\frac{\gamma}{2}, \qquad -\frac{\pi}{2}<Z<\frac{\pi}{2},$$

---

(1) *Revue d'Optique*, 18, 1939, p. 1.
(2) *Zeits. für Phys.*, 44, 1927, p. 58.

f est généralement voisin de 1 : ε^2 sera petit par rapport à 1. On a

$$(5)\qquad J(\varepsilon, Z) = \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + \sin^2 Z},$$

$$(6)\qquad J^*(\varepsilon, Z) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + (Z - n\pi)^2}.$$

J et J^* ont pour période $Z = \pi$, sont maxima pour $Z = 0$, minima pour $Z = \pi/2$. Comme il s'agit d'intensité lumineuse, seules importent les variations relatives des fonctions ; on pourra multiplier J par un facteur constant, nous prendrons

$$(7)\qquad J'(\varepsilon, Z) = \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{3}\right) \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + \sin^2 Z}.$$

Montrons que J' et J^* diffèrent de quantités négligeables, quel que soit Z. Posons

$$P(Z, \varepsilon) = J' - J^*, \qquad R(Z, \varepsilon) = \frac{J' - J^*}{J}.$$

II. *a. Calcul de* $J^*(Z, \varepsilon)$. — Si k est un entier différent de zéro, on peut écrire [3]

$$\cot Z = \frac{1}{Z} + \sum_{-\infty}^{+\infty} \left[\frac{1}{Z - k\pi} - \frac{1}{k\pi} \right].$$

Le terme général de la série J^* peut être mis sous la forme

$$\pi_n = \frac{\varepsilon}{2i} \left\{ \left[\frac{1}{Z + i\varepsilon - n\pi} - \frac{1}{n\pi} \right] - \left[\frac{1}{(Z - i\varepsilon) - n\pi} - \frac{1}{n\pi} \right] \right\}.$$

Par suite

$$J^*(Z, \varepsilon) = \frac{\varepsilon}{2i} [\cot(Z + i\varepsilon) - \cot(Z - i\varepsilon)] = \frac{\varepsilon}{2} \frac{\operatorname{sh} 2\varepsilon}{\sin^2 Z + \operatorname{sh}^2 \varepsilon},$$

$$(9)\qquad J^*(Z, \varepsilon) \sim \frac{\varepsilon^2(1 + 2\varepsilon^2/3)}{(\sin^2 Z + \varepsilon^2) + \varepsilon^4/3} \sim J' + \frac{\varepsilon^2}{3} J(1 - J).$$

b. Écart relatif. — $R(Z, \varepsilon) = -(1 - J)\varepsilon^2/3$.

J est toujours compris entre 0 et 1. R *est au plus* $\varepsilon^2/3$ *en valeur absolue*. On a généralement pour un étalon $f > 0{,}8$, par suite $\varepsilon^2 < 1/80$, $|R| < 4.10^{-3}$.

c. Écart absolu. — $P(Z, \varepsilon) = -J(1 - J)\varepsilon^2/3$.

P est nul pour $Z = 0$ ou $Z = \pi/2$, maximum en valeur pour $J = 1/2$.

La fonction est donc toujours comprise entre 0 *et* $-\varepsilon^2/12$.

Dans l'exemple précédent, pour $f < 0.80$, $|P| < 10^{-3}$. Les mesures d'intensité comportent une erreur absolue qui est environ 1 % de l'intensité maxima [4]. L'écart entre J^* et J' est donc nettement inférieur aux erreurs de mesure.

M. Durin a contribué à la mise au point de ce travail.

([3]) GOURSAT, *Cours d'Analyse Mathématique*, 4e éd., paragr. 315, p. 165.

([4]) ROIG, *Thèse*, Paris, 1937, p. 35.

RAYONS X. — *Spectres* L *et niveaux caractéristiques de l'or.*
Note [1] de Mlle **Yvette Cauchois.**

Au cours des dernières années, j'ai refait des mesures de précision sur les spectres L des éléments de numéro atomique 83, 82, 81, 80 et 78. J'ai voulu combler la lacune que constituait l'or (79), dans la systématique des niveaux atomiques profonds et des niveaux les plus extérieurs que je m'efforce d'établir avec la rigueur que permettent les procédés expérimentaux modernes.

De même que dans mes Notes sur Pb [2] et Tl [3], je dois réserver momentanément la question des raies faibles et satellites et des émissions dues aux **niveaux O_I et $N_{VI,VII}$.**

La mesure du spectre d'absorption, faite sur Au métallique, est rendue difficile par la largeur intrinsèque des discontinuités dans ce cas. Comme pour les éléments voisins, Tl et surtout Pb, et plus encore, j'obtiens pour les longueurs d'onde relatives au maximum de contraste des discontinuités, relevé sur les clichés originaux, des valeurs plus élevées que pour celles des points d'inflexion des courbes microphotométriques respectives. J'ai conservé les nombres fournis par les microphotogrammes, ainsi qu'il est d'usage. La fréquence moyenne pour L_{III} est alors en bon accord avec celles mesurées par d'autres auteurs sur les courbes d'ionisation données par des spectromètres à deux cristaux. Je n'ai pu faire apparaître, ni sur L_{III}, ni sur L_{II}, la raie blanche qui devrait être présente si la règle de Veldkamp ne comporte pas d'exception et si le processus d'absorption met bien en jeu le niveau d'aboutissement P_I, ce qui semblait le plus probable. Ce fait pose de nouveau la question de la validité de la règle empirique de Veldkamp, ou soulève alternativement quelques problèmes intéressants sur les niveaux extérieurs de l'or et leur rôle dans ces mécanismes.

Tableau I.

Émission.	λ u.x.	ν/R.	Émission.	λ u.x.	ν/R.
L_I M_{II} β_4...	1104,28	825,22	L_{II} M_I η....	1200,31	759,19
M_{III} β_3...	1065,66	855,12	M_{IV} β_1...	1081,38	842,69
M_{IV} β_{10}...	1025,78	888,37	N_I γ_5...	953,67	955,54
M_V β_9...	1018,54	894,68	N_{IV} γ_1...	924,61	985,57
N_{II} γ_2...	902,53	1009,68	O_{IV} γ_6...	901,17	1011,21
N_{III} γ_3...	896,06	1016,97	L_{III} M_I l....	1456,69	625,57
O_{II} γ_4...	866,44	1051,74	M_{IV} α_2...	1285,17	709,06
O_{III} γ_4...	865,30	1053,12	M_V α_1...	1273,82	715,38
			N_I β_6...	1108,69	821,93
			N_{IV} β_{15}..	1069,68	851,91
			N_V β_2...	1068,05	853,21
			$O_{IV,V}$ β_5..	1038,32	877,64

(1) Séance du 9 novembre 1942.
(2) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 135.
(3) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 413.

TABLEAU II.

Absorption.	λ u.x. Mesures antérieures d'après Siegbahn et autres. (1).	(2).	(3).	λ u.x.	ν/R.
L_I......	860,9; 861,3; 862,2	—	861,3	$861,6_3$	$1057,6_1$
L_{II}.....	899,6; 901,1; 900,6	—	900,3	$900,7_4$	$1011,6_9$
L_{III}.....	1038,6; — ; 1038,2	1037,8	1037,7	$1037,8_4$	$878,0_4$

(1) M. SIEGBAHN, *Spektroskopie der Röntgenstrahlen*.
(2) H. SEMAT, *Phys. Rev.*, 46, 1934, p. 688.
(3) F. K. RICHTMYER, S. W. BARNES et E. RAMBERG, *Phys. Rev.*, 46, 1934, p. 843.

TABLEAU III.

Niveau...	K	L_I	L_{II}	L_{III}	M_I	M_{II}	M_{III}	M_{IV}	M_V
ν/R......	5945,7	$1057,3_5$	$1011,6_7$	$878,0_4$	$252,4_8$	$232,1_3$	$202,2_3$	$168,9_8$	162.6_6
Niveau...	N_I	N_{II}	N_{III}	N_{IV}	N_V	O_{II}	O_{III}	$O_{IV,V}$	
ν/R......	$56,1_2$	$47,6_7$	$40,3_8$	$26,1_1$	$24,8_3$	$5,6_1$	$4,2_3$	$0,4_0$	

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isooxindigo.*

Note de M. **PAUL CHOVIN**, présentée par M. Marcel Delépine.

Parmi les synthèses des corps connus sous le nom de colorants de Pechmann, il en est une ([1]) qui, par extension, a pu conduire à l'obtention d'un corps orangé, isomère de l'oxindigo ([2]). Elle consiste à condenser l'acide *o*-hydroxyphénylacétique sur l'acide *o*-hydroxyphénylglyoxylique, au moyen du tribromure de phosphore. Or, la constitution des colorants de Pechmann n'étant pas considérée comme définitivement établie, il s'ensuit que la formule dibenzonaphtyrone (I), attribuée au corps orangé, ne peut être que provisoire. Ce qui est certain, c'est que le corps en question possède deux fonctions olides. Sous l'action de la potasse alcoolique, les cycles lactoniques s'ouvrent, et si l'on traite le sel dipotassique résultant par un acide, tel l'acide chlorhydrique, il se précipite, au lieu du diacide attendu, un isomère du corps initial, jaune celui-là (F 305°). Si l'on attribue à l'isomère orangé la formule (I), il revient à l'isomère jaune la formule (II) qui n'est autre que celle de l'*isooxindigo* (forme *trans*). En fait l'incertitude qui plane sur la constitution du corps initial s'étend sur celle du corps jaune. Ce que l'on peut tenir pour assuré c'est que l'un des deux produits, l'orangé ou le jaune, est véritablement

([1]) P. CHOVIN, *Ann. de Chimie*, 11e série, 9, 1938, p. 447.
([2]) P. CHOVIN, *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 549.

l'isooxindigo, l'autre étant alors la dibenzonaphtyrone. La question qui se pose désormais est de savoir lequel, de l'orangé ou du jaune, est l'isooxindigo.

Les considérations de couleur ne sont d'aucun secours dans ce domaine. En effet, si l'on dresse un tableau des couleurs des isomères du type indigo, indirubine et isoindigo, on constate que l'ordre d'élévation de la teinte n'est pas le même dans la série de l'indigo et dans celle du thioindigo : alors que l'isoindigo (rouge) a une coloration moins profonde que l'indigo (bleu), c'est l'inverse pour l'isothioindigo (violet) ([3]) par rapport au thioindigo (violet rouge).

Type.	Hétéroatome de l'indigoïde.		
	NH.	S.	O.
Indigo	bleu	violet-rouge	jaune serin
Indirubine	violet	violet-rouge	orangé
Isoindigo	rouge	violet-bleu ([3])	?

On n'en peut donc rien conclure en ce qui regarde la couleur de l'isoxindigo (pour lequel sont en compétition un corps jaune et un corps orangé), par rapport à l'oxindigo, qui est jaune. Tout au plus pourrait-on dire, en raison de l'analogie plus étroite qui existe entre le soufre et l'oxygène, que celle, plus lointaine, entre le soufre et le groupe NH, qu'il y aurait toute chance pour que l'isooxindigo soit plus coloré que l'oxindigo. Ce raisonnement donnerait donc la préférence au corps orangé.

L'action de l'ozone n'a pas permis non plus de discerner entre les deux constitutions. Le corps orangé en solution chloroformique donne un ozonide cristallisé mais difficilement purifiable, qui, à l'hydrolyse ou par pyrogénation, se décompose en acide salicylique et acide *o*-hydroxyphénylglyoxylique (ou sa lactone, la coumaranedione). Le corps jaune donne un dérivé incolore, recristallisable de l'acide acétique (F 269°), et dont la formule brute $C^{16}H^{8}O^{6}$ correspond à la fixation d'une molécule d'oxygène O^{2} sur le corps initial $C^{16}H^{8}O^{4}$. Par décomposition pyrogénée, ce corps blanc donne également de la coumaranedione, tout comme l'ozonide du corps orangé.

([3]) P. Chovin, *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 419.

Par contre, certaines variantes de la préparation du corps orangé sont de nature à jeter quelque lumière sur le problème posé.

Alors que la condensation de l'acide *o*-hydroxyphénylglyoxylique et de l'acide *o*-hydroxyphénylacétique donne le corps orangé avec un rendement de 35 % seulement, la condensation des lactones de ces acides (coumaranedione et α-coumaranone) le donne avec un rendement de 50 à 60 %. Cette augmentation du rendement, qui résulte du fait qu'il y a élimination d'une seule molécule d'eau au lieu de trois, est en faveur de la constitution isoindigoïde. La constitution naphtyrone ne pourrait en effet s'obtenir qu'après ouverture des cycles lactoniques des matières premières, ce qui, compliquant le mécanisme de la réaction, ne pourrait vraisemblablement qu'en diminuer le rendement.

Enfin j'ai montré précédemment ([3]), en généralisant une réaction due à Marschalk ([4]), que l'on peut obtenir régulièrement des corps à structure indigoïde ou isoindigoïde en oxydant, par le chlorure de soufre, les composés du type indoxyle ou oxindol correspondants. Ainsi l'oxindol donne l'isoindigo, et la β-coumaranone donne l'oxindigo. Appliquée à l'α-coumaranone, cette réaction a donné exclusivement, avec un rendement de 50 %, le corps orangé et non pas le jaune.

Il résulterait de ces considérations que l'isomère orangé pourrait être l'isooxindigo, et non pas la dibenzonaphtyrone, ainsi qu'il avait été suggéré précédemment. Mais, pour pouvoir se faire une opinion définitive, de nouvelles expériences sont encore nécessaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Structure des colorants oxyazoïques d'après leurs spectres d'absorption. Analyse spectrale des acyl-oxyazoïques*. Note de Mme **Pauline Ramart-Lucas**, présentée par Marcel Delépine.

La détermination de la structure des corps qui forment la grande classe des colorants azoïques a fait l'objet, depuis plus d'un demi-siècle, de nombreuses et importantes recherches, sans que cette structure ait été nettement établie.

C'est par l'étude des produits de réduction de leurs dérivés acylés que certains savants ([1]) ont cru pouvoir élucider la question de savoir si les *ortho*-

---

([4]) *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 9, 1942, p. 690.

([1]) Meldola et Morgan, *J. Chem. Soc.*, 55, 1889, p. 115; Meldola et Hawkins, *J. Chem. Soc.*, 63, 1893, p. 923; Meldola et Burls, *J. Chem. Soc.*, 63, 1893, p. 930; Goldschmidt et Brubacher, *Ber. d. chem. Ges.*, 24, 1891, p. 2300; Auwers, *Ann. der Chem.*, 360, 1908, p. 11; *Ber. d. chem. Ges.*, 40, 1907, p. 2154; Auwers et Eisenlohr, *Ber. d. chem. Ges.*, 41, 1908, p. 415; Auwers et Wolter, *Ann. der Chem.*, 487, 1931, p. 79; Willstätter et Parnas, *Ber. d. chem. Ges.*, 40, 1907, p. 3971; Willstätter, Ulbrich, Pogany et Maimeri, *Ann. der Chem.*, 477, 1930, p. 161.

oxyazoïques possèdent la forme azophénol (I) ou la structure quinone-hydra-

$$\begin{array}{ccccc} \mathrm{N{-}Ar{-}OH} & \mathrm{N{=}Ar{=}O} & \mathrm{N{-}Ar{-}O{-}CO{-}CH^3} & \mathrm{N{=}Ar{=}O} & \\ | & | & \| & | \diagup \mathrm{CO{-}CH^3} & \mathrm{{-}Ar{-}N{=}N{-}C^6H^5} \\ \mathrm{N{-}C^6H^5} & \mathrm{NH{-}C^6H^5} & \mathrm{N{-}C^6H^5} & \mathrm{N} \diagdown \mathrm{C^6H^5} & \\ (I) & (II) & (III) & (IV) & (V) \end{array}$$

zone (II). Les résultats obtenus n'ont pas permis de fixer la structure des oxyazoïques libres, ni même de préciser celle de leurs dérivés acylés.

Meldola, qui, le premier, étudia (avec divers collaborateurs) les produits de réduction des dérivés acétylés d'*ortho*-oxyazoïques, observa qu'il se forme, souvent, quatre substances qui correspondent aux produits de coupure d'un mélange des corps (III) et (IV) sous l'action des réducteurs. Dans ces conditions, il apparaissait nettement que la réaction est accompagnée d'une transformation intramoléculaire et que, par suite, cette méthode ne peut être utilisée pour établir la structure des *ortho*-oxyazoïques.

Ces recherches furent ensuite poursuivies par plusieurs chimistes. Ils obtinrent les mêmes résultats que Meldola et, néanmoins, pensèrent pouvoir en tirer des conclusions sur la structure des oxyazoïques.

C'est ainsi que Auwers et son école ne cessèrent, depuis 1907 et jusqu'à ces dernières années, de considérer que tous ces composés ainsi que leurs dérivés acylés possèdent la forme azophénol (I). De leur côté Willstätter et ses colla-

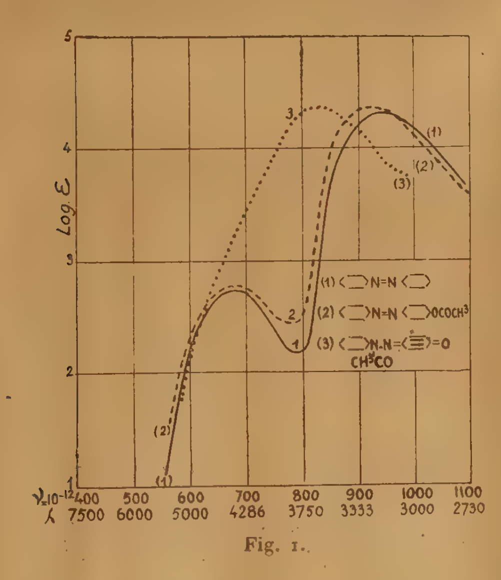


Fig. 1.

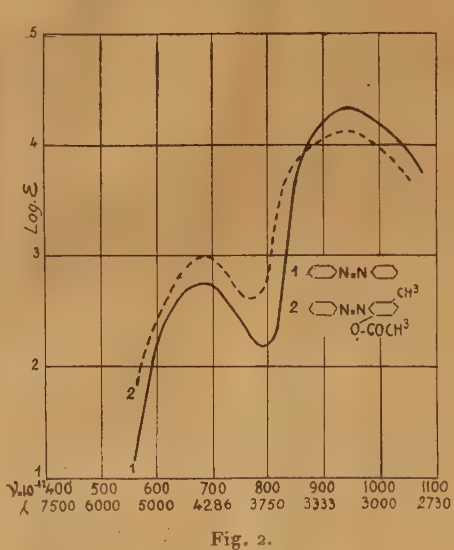


Fig. 2.

borateurs maintinrent, pendant le même temps, que les *ortho*-oxyazoïques peuvent prendre la forme quinonehydrazone. Ces diverses conclusions furent, pendant plus de vingt-cinq ans, l'objet de vives polémiques sans que, comme cela était à prévoir, aucune preuve décisive put être fournie en faveur de l'une ou de l'autre de ces théories.

J'ai pensé que la détermination des spectres d'absorption des dérivés acylés

devait permettre d'établir leur structure, en s'appuyant pour cela sur les considérations suivantes : On sait que l'acétylation d'une fonction phénol est accompagnée d'un changement d'absorption important. Mme Grumez a précisé (expériences inédites), dans le cas des phénols simples, que le spectre d'un dérivé acétylé Ar-O-CO-CH^3 est très voisin de celui du corps Ar-CH^3.

Par suite, si l'allure du phénomène est la même quand le radical aromatique est lié à un groupe azoïque, le spectre du dérivé acétylé (III) doit être semblable à celui de l'azocarbure (V) et se montrer très différent du spectre de son isomère l'acétylquinonehydrazone (IV).

Les premières recherches, effectuées dans *la série benzénique*, montrent qu'il en est bien ainsi et que cette méthode permet aisément de différencier les corps possédant les structures (III) et (IV) (aussi bien les composés *ortho* que les *para*).

D'une part en effet, les spectres des deux isomères (III) et (IV) présentent des différences très importantes à la fois dans la forme, la position et le nombre de leurs bandes. D'autre part le spectre de l'ester (III) est tout à fait semblable à celui de l'azoïque (V). Sur la figure 1 sont tracées les courbes d'absorption de l'azobenzène (courbe 1), celle du corps obtenu par acétylation du *para*-oxyazobenzène (courbe 2) et celle de parabenzoquinone-acétylphénylhydrazone préparée en traitant la benzoquinone par l'α-acétylphénylhydrazine (courbe 3). La figure 2 contient les courbes de 6-acétoxy-3-méthylazobenzène (courbe 2) et de l'azobenzène (courbe 1). On constate que, dans tous ces cas, le spectre du dérivé acétylé est très voisin de celui de l'azobenzène.

Soulignons que, contrairement à ce que supposaient les savants précédemment cités, la connaissance de la structure des dérivés acylés des oxyazoïques ne peut permettre d'établir celle des combinaisons libres, par suite des transpositions intramoléculaires que sont susceptibles de subir ces substances.

En résumé, *ces recherches montrent que la structure si discutée des dérivés acylés des oxyazoïques peut être déterminée par leur analyse spectrale*. On peut, par suite, espérer être en état d'élucider les métamorphoses que subissent ces dérivés sous l'influence des réducteurs.

CHIMIE MOLÉCULAIRE. — *De l'action des argiles montmorillonites sur la vitamine A et les phénomènes de mésomérie dans le groupe des caroténoïdes.* Note de M. **Paul Meunier**, présentée par M. Maurice Javillier.

La vitamine A fournit une intense coloration bleue sous l'influence de nombreux réactifs, en particulier du trichlorure d'antimoine (Carr et Price, 1927). Or certaines argiles fournissent directement la même coloration bleue en adsorbant la vitamine A en solution non polaire (benzène, éther de pétrole, cyclohexane et même chloroforme). Ces argiles sont celles que l'on

range sous le nom de *montmorillonites*. D'autres argiles sont, après traitement acide (chlorhydrique ou sulfurique), susceptibles de se comporter de même. A l'inverse de ce que l'on observe avec le réactif de Carr-Price [voir par exemple P. Meunier et Y. Raoul (1) 1938], la coloration bleue qu'acquiert la terre en s'emparant de la vitamine A est très persistante, surtout si on laisse l'argile baigner dans le solvant. Mais elle peut être recueillie et aisément décolorée par une trace de solvant polaire, tel que l'alcool, l'acétone, l'éther. Par enlèvement de ce dernier et nouveau passage en milieu non polaire (benzène par exemple), une teinte bleue réapparaît sur l'argile.

L'impossibilité d'isoler le produit bleu de son support adsorbant montre bien que le phénomène de coloration résulte de l'adsorption elle-même. Comment cette dernière se produit-elle ? Libre ou estérifiée, la vitamine A peut donner lieu à une liaison du type semi-polaire grâce soit à l'une des paires d'électrons disponibles sur l'oxygène, soit à l'une des paires d'électrons d'une des doubles liaisons. Dans les deux cas le doublet électronique fourni par la molécule de vitamine A vient s'engager dans un octet incomplet de l'argile. L'existence de tels octets incomplets (sextets) nous apparaît comme la caractéristique des montmorillonites : ces sextets pourraient aussi résulter de l'*activation* d'autres argiles par le traitement acide (2).

Pour le premier mode de liaison, à partir de l'oxygène, nous écrirons $—CH^2—\underset{\text{Argile}(-)}{\underset{\downarrow}{\overset{+}{\bar{O}}}}—R$. Cette structure est très instable et l'oxygène va reprendre sa neutralité électrique aux dépens de l'un des atomes voisins, selon les deux possibilités

$$(a)\qquad —CH^{2(+)}\quad \underset{\text{Argile}(-)}{\underset{\downarrow}{\bar{O}}}—R \qquad\qquad (b)\qquad CH^2—\underset{\text{Argile}(-)}{\underset{\downarrow}{\bar{O}}}\quad {}^{(+)}R$$

La molécule de vitamine A apparaît ainsi, en (*a*) comme en (*b*), scindée en deux parts, toutes deux fixées à l'argile, l'une par un lien électronique, l'autre par un lien hétéropolaire, ce dernier correspondant à deux positions aussi probables l'une que l'autre du centre positif. Il s'agit là d'un phénomène de *mésomérie*, ou de remaniement électronique entre les deux formules limites (*a*) et (*b*).

En réalité l'agitation électronique est beaucoup plus importante dans le cas (*a*), car les cinq doubles liaisons de la vitamine A sont alors susceptibles

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 403.

(2) On remarquera que précisément $SbCl^3$ renferme un *octet incomplet*. Dans ce cas la fixation sur le réactif est moins manifeste, ce dernier étant en solution. Elle a néanmoins été prouvée par Ender (*Biochem. Journ.*, 26, 1932, p. 1118) par refroidissement à — 35° du mélange bleu.

d'osciller entre les deux positions extrêmes

H^3C CH^3 CH^3 CH^2 CH^2 (+) ↔ H^3C CH^3 CH^3 CH^3 CH^2 (+) CH^3 CH^3

L'apparition d'une coloration peut s'interpréter comme une sorte de *résonance* entre l'instabilité électronique et la fréquence de radiations visibles, fait bien établi aujourd'hui ([3]). Ce battement de 5 doublets électroniques correspond certainement à la bande d'absorption principale de la réaction de Carr-Price, à 620 mμ, pour les raisons suivantes.

Le second mode de liaison semi-polaire envisagé plus haut nous amène en effet à écrire, pour la nouvelle mésomérie ainsi provoquée, les formules limites

H^3C CH^3 CH^3 CH^3 CH^2—O—R (+) Argile(−) CH^3 ↔ H^3C CH^3 CH^3 CH^3 CH^2—O—R Argile(−) (+) CH^3

Il n'y a plus de battement possible que pour 4 paires électroniques. La bande d'absorption correspondante est à 590 mμ, position de la bande unique pour la réaction de Carr-Price effectuée sur le β-carotène. Malgré ses 11 doubles liaisons conjuguées, celui-ci, par raison de symétrie, ne saurait en effet donner lieu qu'à deux systèmes électroniques oscillants de 4 doublets chacun, la double liaison centrale, sollicitée de part et d'autre, restant fixe.

Dans nos formules, les caroténoïdes sont à l'origine sous une forme *pseudo-quinoïde*, comme on a pu le montrer pour la bixine ([4]). Ce schéma a pour nous le grand avantage de faire apparaître les phénomènes de coloration précédents comme une extension du principe *mériquinoïde* de la couleur ([5]). Dans notre interprétation, la mésomérie entre des formes pseudoquinoïdes et pseudobenzoïdes est provoquée par l'action de réactifs très divers présentant tous des octets incomplets ([2]), sur les caroténoïdes en milieu non polaire. Une trace de solvant polaire fait disparaître la mésomérie et la réaction colorée par suite d'une attraction mutuelle de dipôles; la molécule de vitamine A

([3]) B. Eistert, *Tautomerie und Mesomerie*, 1 vol., Stuttgart, 1938 (200 p.) et auteurs divers *in Zeits. für Elektrochem.*, 47, 1941, pp. 1-55.

([4]) Waldmann et Brandenberger, *Zeits. für Kristallog.*, 82, 1932, p. 77, et aussi Bernal, *Crystal Structure of Complex Organic Compounds* (Conférence à l'Université de Manchester, le 13 juillet 1932).

([5]) B. Eistert, *loc. cit.*, p. 188.

est détachée sous l'une des formes limites envisagées. La théorie précédente permet donc de prévoir la structure des composés obtenus après *passage* de la vitamine A sur des argiles actives ou dans le réactif de Carr-Price.

GÉOLOGIE. — *Essai de chronologie du Quaternaire moyen et supérieur.* Note (¹) de M. **Franck Bourdier**, présentée par M. Charles Jacob.

Utilisant quelques observations inédites, j'avais esquissé (²) une chronologie du Quaternaire ancien. Je vais la poursuivre pour le Quaternaire moyen et supérieur, que nous ferons débuter avec la glaciation du Riss.

Le Riss. — Les moraines rissiennes, en Bas-Dauphiné, contrairement à celles du Mindel, ne montrent qu'une mince couche d'argile de décalcification, de couleur marron, souvent recouverte par le lœss récent. On peut attribuer au Riss le lœss ancien de l'Alsace, qui a fourni du Renne; mais celui de la Somme, dépourvu de faune froide, pourrait être l'équivalent du limon lœssoïde du Post-Mindel. Les cailloutis grossiers formant la partie inférieure de certaines Basses-Terrasses (Somme, Charente, Vézère) pourraient fort bien être contemporains du Riss, mais ils n'ont fourni, jusqu'à présent, ni flore, ni faune froides le prouvant.

Le lœss ancien d'Alsace et la base de nos Basses-Terrasses contiennent des industries du Levalloisien ancien ou moyen.

Le Post-Riss. — Comparé au Post-Mindel, le Post-Riss apparaît comme un interglaciaire de courte durée, pendant lequel se serait produite la mince couche décalcifiée, précédemment signalée sous le lœss récent en Bas-Dauphiné et qui se retrouve en Alsace (Grand Lehm) et dans la Somme, à Montières, où elle recouvre des alluvions limoneuses, qui ont fournit l'Éléphant antique, l'Hippopotame, le Rhinocéros de Merck et une faune de Mollusques banale, de climat tempéré. Cette faune de Mollusques se retrouve, dans la même position stratigraphique, à Longpré-les-Corps-Saints (Somme), à Celles-sur-le-Né (Charente-Inférieure) et à Condat (Dordogne). Dans ces deux derniers gisements, parmi les très nombreuses espèces *tempérées*, j'ai récolté *Pisidium hibernicum* et *Paludestrina Steini* (détermination de M. Favre), espèces nordiques, qui sont peut-être des reliques du Riss ou des précurseurs du Wurm.

Je serais volontiers porté à dater du Post-Riss les lignites de la région de Chambéry, interstratifiés entre deux dépôts morainiques (³). Ces lignites m'ont fourni une faune banale de Mollusques de climat tempéré avec quelques espèces montagnardes (M. Favre); l'analyse pollinique des lignites,

---

(¹) Séance du 3 novembre 1942.

(²) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 422.

(³) *Rev. de Géogr. alpine*, 39, III, 1941, p. 499.

faite par M. Gourc (4) et récemment complétée par M. G. Lemée (5), montre la prédominance du Pin dans les couches inférieures et supérieures et celle de l'Epicéa dans les couches moyennes.

Les dépôts que nous avons attribués au Post-Riss ont presque tous fourni un outillage levalloisien taillé avec un art véritable. Cet outillage semble persister à la base du lœss wurmien, où il est bientôt remplacé par le Moustérien, beaucoup plus grossier.

Le Wurm. — En Bas-Dauphiné, les moraines du maximum et du retrait du Wurm, remarquables par leur parfaite conservation, sont très rarement recouvertes par le lœss récent, qui doit principalement dater de la période d'avancée des glaciers. Mes fouilles dans le gisement de Saint-Romans (6) ont montré que le glacier ne s'était retiré que depuis peu de la basse-vallée de l'Isère lorsque les hommes du Madgalénien s'y établirent; en effet les couches archéologiques reposent là directement sur les alluvions du début du retrait wurmien, sans intercalation d'ancien sol.

Aux espèces caractéristiques de la faune froide wurmienne, il faut ajouter un Mollusque, *Columella columella*, que M. Favre a déterminé, en partie d'après mes récoltes, dans les lœss et alluvions de très bas niveau des environs de Montélimar et de Valence (vallée du Rhône), de Bergerac (Dordogne) et de Paris. Ce Mollusque était donc commun et avait une grande extension du Wurm, alors qu'actuellement il est rarissisme et confiné en haute montagne.

Jusqu'à présent aucun fait, dans les Alpes françaises, ne m'a montré l'existence d'inter-stades pendant la période wurmienne, ni d'ailleurs pendant les périodes glaciaires antérieures.

Le Post-Wurm. — Il débute avec les industries à faunes tempérées du Mesolithique et va jusqu'à nos jours. Il comprend principalement les alluvions du fond des vallées actuelles qui, sur le versant atlantique, sont en général beaucoup plus fines que la plupart des alluvions anciennes, et probablement déposées sous des climats glaciaires ou de type méditerranéen.

Cette chronologie du Quaternaire, comme toutes celles tentées jusqu'à présent, est un simple ensemble d'hypothèses de travail, susceptible d'être profondément modifié. Ainsi on pourra peut-être prouver, un jour proche, que la faune archaïque est postérieure à la faune froide de Haut-Montreuil, Sevran etc; que le caractère *chaud* des tufs de la Celle est dû à des conditions locales (micro-climat); que la couleur rouge de la couche d'altération post-mindélienne n'a pas de causes climatiques (action lente sur les sels de fer de la silice dissoute peu à peu par les eaux météoriques?). Bien d'autres problèmes se posent, surtout en préhistoire; espérons que leur solution sera

(4) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 12.
(5) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 23.
(6) *Proc. verbaux Soc. Scient. du Dauphiné*, n° 158, 4 mars 1941.

facilitée par la nouvelle organisation des fouilles archéologiques qui, sous l'égide du Centre National de la Recherche Scientifique, établira une réunion plus intime entre les géologues et les préhistoriens.

MICROPALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hystrichosphères des calcaires siluriens de la Montagne Noire.* Note de M. **Georges Deflandre**, présentée par M. Maurice Caullery.

Dans ses divers travaux, cités dans ma dernière Note ([1]), A. Eisenack a décrit un certain nombre d'Hystrichosphères siluriennes, les réunissant d'abord sous la rubrique générale d'*Ova hispida* (1931), les classant ensuite ([2]) dans les genres *Hystrichosphæridium* Defl., *Leiosphæra* Eis. et *Leiofusa* Eis.

Les calcaires siluriens de la Montagne Noire, pour le détail desquels je renvoie à ma Note précitée, ne m'ont fourni, jusqu'ici, aucune forme analogue aux grandes espèces déjà connues, dont certaines atteignent et dépassent un quart de millimètre. Tout au contraire, c'est par une série de formes nouvelles *de très petite taille* (*fig.* 1 à 16) qu'est représenté le microplancton fossile dans ces calcaires. Les spécimens les plus grands (une cinquantaine de μ, *fig.* 1) sont du même ordre de grandeur que la plus petite Hystrichosphère décrite par Eisenack. Ce sont d'ailleurs les plus rares dans mes matériaux, et la majorité des autres oscillent entre 10-15 et 25-30 μ. Il s'agit donc d'un groupe d'Hystrichosphères minuscules, inconnues jusque-là dans le Silurien, mais représentées déjà (par d'autres espèces) dans les silex crétacés et aussi dans des silex jurassiques (inéd.).

D'un point de vue général, les Hystrichosphères du Silurien n'ont point dissipé l'obscurité qui règne sur les problèmes liés à la biologie et à la systématique de cette famille. Eisenack reconnaît qu'il existe des formes apparemment intermédiaires entre les genres qu'il admet ou qu'il crée, par exemple entre *Hystrichosphæridium* Defl. et *Leiosphæra* Eis. Pour ma part je constate que certains de mes *Micrhystridium* pourraient, à la rigueur, être placés parmi les *Hystrichosphæridium* et *vice versa*. La nomenclature adoptée a donc un caractère provisoire et vise seulement à la commodité.

L'état de conservation des Hystrichosphères de la Montagne Noire n'est guère meilleur que celui des Chitinozoaires, et paraît médiocre, comparé à celui des espèces du domaine baltique ou de la Bohême. Quelques spécimens sont brun foncé, tous les autres sont noirs. La manière organique originelle (chitine ou cutine *sens lat.*) est donc profondément modifiée. Les structures, cependant, présentent encore une grande finesse : appendices fourchus, dont la tige n'a qu'une fraction de micron (*fig.* 14); cornes ramifiées et épineuses (*fig.* 3); membranes réticulées ou vermiculées. C'est ce qui me permettra de donner

---

([1]) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 286.
([2]) *Ztschr. f. Geschiebeforsch.*, 13, 1938, pp. 1-30.

ultérieurement des descriptions assez précises des diverses formes nouvelles, simplement figurées ici.

Un point important mérite encore d'être signalé à propos du mode de

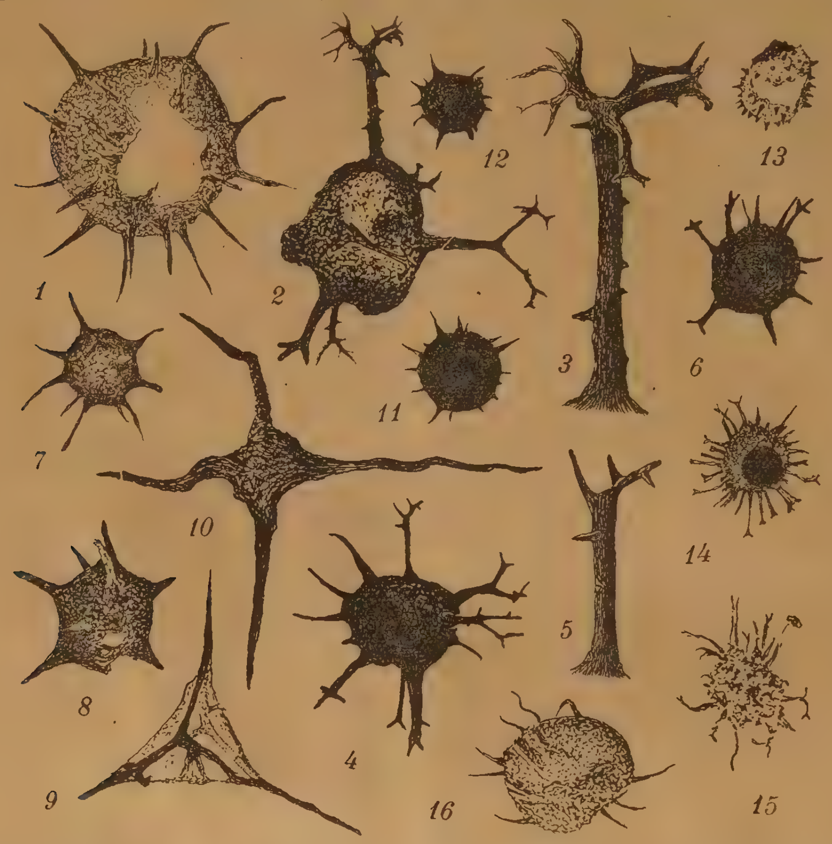


Fig. 1 à 16. — Hystrichosphères des calcaires siluriens de la Montagne Noire. 1, *Hystrichosphæridium brevispinosum* Eis. var. *nanum* n. v.; 2 à 6, *H. ramusculosum* n. sp. (3 et 5, détails de processus); 7 et 8, *Micrhystridium stellatum* n. sp., deux spécimens extrêmes; 9, *Hystrichosphæridium geometricum* n. sp.; 10, *H. staurasteroides* n. sp.; 11 et 12, *Micrhystridium parinconspicuum* n. sp.; 13, *M. nannacanthum* n. sp.; 14, *M. imitatum* n. sp.; 15, *M.* cf. *imitatum* Defl.; 16, *Hystrichosphæridium* cf. *brevispinosum* Eis. var. *nanum* Defl. 1 à 14, calcaires gothlandiens de Roquemaillère; 15 et 16, calcschistes ashgilliens de la Grange-du-Pin (Hérault). Gross. 900, sauf figures 3 et 5, gross. 2500 env.

conservation. Toutes les formes extraites jusqu'ici de nos calcaires gothlandiens, traités par HCl (*fig.* 1 à 14), paraissent *libres*, même lorsqu'elles sont partiellement engagées dans des détritus organiques ou minéraux. Au contraire, les rares Hystrichosphères rencontrées dans l'Ordovicien (calcschistes ashgilliens, *fig.* 15 et 16), sont *incluses* dans des particules minérales, que M. J. Orcel a reconnues comme appartenant à des produits phylliteux ([3]). Il y a là un fait nouveau, dont la répétition et l'extension devront être recherchées. C'est, à ma connaissance, la première fois que des microfossiles conservés à l'état de matière organique sont signalés *au sein même d'un silicate d'alumine cristallisé*.

([3]) Leur nature exacte sera précisée par la suite.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le vanadium dans les Ascidies.*
Note de M. **Didier Bertrand**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La découverte par Henze en 1911 du vanadium dans le sang de *Phallusia mamillata* (Cuvier) a suscité un certain nombre de recherches sur la présence de ce métal chez les Ascidies. Au total ont été étudiées, surtout qualitativement, 19 espèces appartenant aux *Cionidæ* et *Ascidiidæ*, où la présence du vanadium semble certaine; aux *Botryllidæ*, où elle est contestée; aux *Didemnidæ*, où elle est douteuse et aux *Pyuridæ*, *Styellidæ* et *Polyclinidæ*, où elle n'a pas été rencontrée ([1]).

Comme mes propres recherches sur le vanadium dans la biosphère concluaient à sa présence constante chez les êtres vivants ([2]) et que pour certaines Ascidies les quantités de vanadium trouvées seraient plusieurs centaines de fois plus grandes que pour d'autres, il semblait nécessaire de reprendre l'étude qualitative et quantitative du métal en question pour ce groupe zoologique. Les espèces que j'ai étudiées provenaient de la Station zoologique de Roscoff; M. Pérez, MM. Drach et Joly ont eu l'obligeance de me procurer et d'identifier les Ascidies étudiées.

L'expérience m'ayant montré que les proportions de vanadium pouvaient varier considérablement suivant l'état de fraîcheur des animaux, les précautions les plus grandes ont été prises pour l'expédition, et seuls ont été analysés les individus vivants et en bon état. Les analyses ont porté sur les animaux entiers; d'ailleurs, pour beaucoup d'espèces, les individus étaient de trop petite taille pour pouvoir être disséqués commodément en nombre suffisant aux dosages. Pour enlever tout débris, les échantillons ont été soigneusement nettoyés dans de l'eau de mer. La technique analytique suivie est celle que j'avais déjà utilisée pour la recherche du vanadium chez les animaux ([2]); sa grande sensibilité (limite du vanadium décelable 2.10^{-9} g pour une concentration minima de 2.10^{-9}) a permis de n'utiliser que 0,5 à 3^{g} d'échantillon sec, suivant le cas.

Les résultats, rassemblés dans le tableau ci-après où la classification de Harant a été adoptée, sont rapportés à la matière séchée à 105°, le poids de matière fraîche étant trop variable pour pouvoir donner lieu à des comparaisons utiles. Le vanadium a été dosé dans neuf familles sur onze qui existent sur les côtes de France; des deux autres, les *Corellidæ* sont par beaucoup considérés comme ne s'éloignant pas assez du type *Ascidiidæ* pour constituer une famille particulière, et les *Perophoridæ* ne sont représentés à Roscoff que par des échantillons de trop petite taille et trop rares pour qu'il ait été possible d'en rassembler une quantité suffisante pour une analyse.

([1]) Une bibliographie complète et tous les détails seront donnés dans une autre publication.
([2]) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 150.

	V en mg/K sec.
STOLIDOBRANCHES.	
HEXASTIGMALES. — *Molgulidæ, Molgula manhattensis* (Kay)	31,8
POLYSTIGMALES. — *Pyuridæ, Pyura savignyi* (Phillipi)	7,1
Styelidæ, Dendrodoa grossularia (van Beneden)	10,2
» , *Distomus varialosus* (Gartner)	6,4
» , » , sans tunique	131
Botryllidæ, Botryllus schlosseri (Pallas)	7,8
PHLÉBOBRANCHES.	
DISTIGMALES — *Pérophoridæ*	néant
TÉTRASTIGMALES. — Hémigones, *Cionidæ, Ciona intestinalis* (Fleming)	166
Pleurogones, *Ascidiidæ, Ascidia mentula* (Müller)	982
» , » , sans tunique	6520
» , » , tunique seule	741
» , *Corellidæ*	néant
APLOUSOBRANCHES.	
Hémigones, *Polycitoridæ, Clavelina lepadiformis* (Müller)	7,0
» , *Didemnidæ, Didemnum candidum* (Savigny)	2,6
» *Leptoclinum, Didemnum maculosum* (Edwards)	30,8
Hypogones, *Polyclinidæ, Morchellium argus* (Edwards)	3,7
» , » , *Parascidia turbinata* (Savigny)	8,3
» , » , *Parascidia areolata* (Chiaje)	3,9
» , » , *Aplidium pallidum* (Verril)	4,3

L'animal sans tunique est beaucoup plus riche en vanadium que l'animal entier. Webb s'était déjà demandé si tout ce métal ne provenait pas du sang, ses analyses de *Phallusia mamillata* semblaient prouver que, chez cette espèce, 80 % du vanadium est contenu dans le sang. Mes analyses d'*Ascidia mentula* ne confirment pas cette hypothèse; en effet, dans les cellules contenues dans 390^{mg} de sang (représentant plus de 50 % du sang total d'un animal pesant 25^{g} frais), il n'y avait que $89,5\gamma$ de vanadium et seulement $1,8\gamma$ pour le restant du sang alors que, dans l'animal sans tunique, il y en avait plus de 560, et dans l'animal entier plus de 1600.

Conclusion. — Contrairement à ce qu'il semblait pouvoir résulter des travaux antérieurs, j'ai trouvé le vanadium dans tous les échantillons que j'ai étudiés; ce métal peut donc être considéré comme existant d'une manière normale chez toutes les Ascidies. D'autre part le vanadium du sang (surtout contenu dans les cellules sanguines) ne représente qu'une partie réduite de celui qui est contenu dans le corps de l'animal.

Les Phlébobranches, chez lesquelles on peut en trouver des concentrations de l'ordre du gramme par kilogramme de l'animal sec entier, sont beaucoup plus riches que les Stolidobranches et les Aplousobranches où il y en a, tout au plus, de l'ordre de 40^{mg}. Néanmoins, même chez ces deux derniers groupes, les quantités de vanadium trouvées représentent des chiffres bien supérieurs à la moyenne de ceux existant chez les Invertébrés, pourtant déjà supérieurs à celle des Vertébrés, montrant ainsi que les Ascidies forment un groupe très à part, aussi bien au point de vue biochimique qu'au point de vue morphologique et anatomique.

IMMUNOLOGIE. — *De la production, chez le Cheval, d'un sérum doué de propriétés neutralisantes et préventives à l'égard du virus de la fièvre aphteuse.* Note [1] de MM. **Gaston Ramon, Édouard Lemétayer** et **Pierre Minguet**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Les animaux de l'espèce bovine nous faisant entièrement défaut, nous avons effectué les recherches sur la fièvre aphteuse dont nous apportons aujourd'hui les résultats en utilisant comme animaux d'expériences, le Cobaye et le Cheval.

Les quantités relativement considérables de virus aphteux nécessaires à nos expériences étaient obtenues chez le Cobaye au moyen de la technique suivante : les animaux sont inoculés avec une souche de virus aphteux particulièrement virulente (virus 0) dans le coussinet plantaire; les aphtes développés à ce niveau sont prélevés 24 heures après l'inoculation et soigneusement broyés. Le produit de broyage est mis en suspension dans une solution phosphatée (pH 7,4) à raison de 1^g d'aphtes pour 2^{cm^3} de liquide. On centrifuge afin d'éliminer les débris d'aphtes. L'activité virulente du liquide de centrifugation était en général telle qu'à la dose de 1/100000 de centimètre cube inoculée dans le coussinet plantaire du Cobaye, il était capable de provoquer, chez cet animal, l'infection aphteuse généralisée, en 48 heures; 1^g d'aphte représente donc environ 200000 doses infectantes pour le Cobaye. Pour l'emploi, le liquide de centrifugation renfermant le virus était ordinairement dilué dans les proportions de 1 partie pour 10 parties d'un mélange composé de 200^{cm^3} de bouillon peptoné et de 800^{cm^3} de solution phosphatée.

Dans nos essais immunologiques, le virus a été inoculé au Cheval soit tel quel, soit après avoir été transformé, selon le principe des anatoxines et des vaccins anatoxiques en général [2], en *anavirus*. Celui-ci était préparé en ajoutant au liquide contenant le virus 0,075 % de formol. Après 48 heures d'exposition à la température de 34° dans certains de nos essais, à 26° dans d'autres, une épreuve était pratiquée chez le Cobaye, permettant de se rendre compte de la disparition totale de la virulence et de la complète transformation du virus en anavirus.

Le cheval 894 a reçu, sous la peau, les quantités de virus correspondant à 20^g d'aphtes le 14 mai, à 25^g le 4 juin, à 30^g le 20 juin. La suspension de virus était, avant l'injection, partagée en trois portions égales additionnées respectivement de tapioca (2 %), de chlorure de calcium (2 %), d'alun (2 %).

---

(1) Séance du 3 novembre 1942.

(2) L'application du principe des anatoxines (1923) à la transformation du virus, de la fièvre aphteuse en vaccin, a été tentée en premier lieu par Vallée, Carré et Rinjard (*Revue générale de Méd. Vét.*, 35, 1926, p. 129). C'est Waldmann, de l'île de Riems (Allemagne) qui, au cours de ces dernières années (voir O. Waldmann, *IVe Congrès international de Path. Comp.*, Rome, 1939, p. 99), a fait entrer dans le domaine pratique, la vaccination antiaphteuse en associant, pour la préparation du vaccin, le principe des anatoxines et celui des substances adjuvantes et stimulantes de l'immunité (G. Ramon, 1925). Il se sert, comme adjuvant de l'immunité, de l'hydroxyde d'aluminium (S. Schmidt). Plusieurs millions de Bovidés ont été vaccinés en Allemagne en quelques années. Rien n'a été fait en France, bien que les principes sur lesquels repose l'immunisation aphteuse, telle qu'elle a été réalisée en Allemagne, aient été posés en premier lieu chez nous.

Le cheval 77 a reçu, dans des conditions identiques, les 17 juin, 8 et 27 juillet, des doses d'anavirus fournies par 20^g, 30^g et 50^g d'aphtes.

Des prises de sang ont été pratiquées à différentes reprises chez les deux chevaux ainsi traités afin de se rendre compte des propriétés « neutralisantes » et préventives des sérums recueillis, à l'égard du virus aphteux. Pour apprécier le *pouvoir neutralisant*, on recherche quelle est la quantité de sérum qui, mélangée *in vitro* à un certain nombre de doses infectantes de virus (10 par exemple), les met hors d'état de provoquer la généralisation de l'infection aphteuse chez le Cobaye auquel on injecte le mélange. Pour évaluer le *pouvoir préventif*, on détermine le volume de sérum qui, injecté quelques heures avant l'inoculation de virus (150 doses infectantes), est capable de prévenir les effets généraux de celle-ci.

Nous donnons ci-après les résultats obtenus avec le sérum prélevé 10 jours après la cinquième injection, chez nos deux chevaux inoculés l'un avec le virus, l'autre avec l'anavirus. A titre comparatif, on a mesuré, dans les mêmes conditions, les pouvoirs neutralisant et préventif de deux sérums provenant de Bovidés infectés, puis hyperimmunisés au moyen du virus aphteux (virus O).

	Dose de sérum	
	neutralisante.	préventive.
Cheval 894 (virus)................	0,4	0,3
« 77 (anavirus)..............	0,2	0,3
Plasma de bœuf..................	0,3	0,3
Sérum de bœuf...................	0,25	0,4

Ainsi, il est donc possible d'obtenir rapidement chez le Cheval, animal non réceptif à la fièvre aphteuse, un sérum doué de propriétés neutralisantes et préventives spécifiques à l'égard du virus aphteux. Ce sérum peut être préparé soit par des inoculations de virus aphteux virulent, soit d'une façon plus commode encore (sans risque de propagation de la maladie aux espèces réceptives) au moyen de quelques injections de virus rendu avirulent par l'action du formol et de la chaleur (anavirus) et stimulé dans son activité immunisante par l'addition de substances adjuvantes. Les propriétés d'un tel sérum déterminées expérimentalement sont sensiblement équivalentes à celles de sérums d'animaux de l'espèce bovine qui ont été infectés, puis hyperimmunisés, à l'aide du virus possédant toute sa virulence.

Sans préjuger la portée pratique de ces résultats, nous en soulignerons l'importance théorique.

La séance est levée à 15^{h}50^m.

A. Lx.